



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal

**PLAN MUNICIPAL DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO
DEL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL**

Ing. Erik Donaldo Castañeda Estevez

Asesorado por el Ing. Ricardo Barrientos

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN MUNICIPAL DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL
CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS,
DEPARTAMENTO DE IZABAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. ERIK DONALDO CASTAÑEDA ESTEVEZ
ASESORADO POR EL ING. RICARDO BARRIENTOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRO EN ARTE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO MUNICIPAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Mtra Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADOR	Mtro. Hugo Humberto Rivera Pérez
EXAMINADOR	Mtro. Edgar Alvarez Cotí
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PLAN MUNICIPAL DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Postgrado, con fecha 19 de noviembre del 2016.

Ing. Erik Donaldo Castañeda Estevez

EEPFI-766-2019

En mi calidad como Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación de la Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal titulado: **"PLAN MUNICIPAL DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL"** presentado por el Ingeniero Civil Erik Donaldo Castañeda Estevez quien se identifica con Carné 201122751, procedo a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

"Id y Enseñad a Todos"



Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
Decana
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

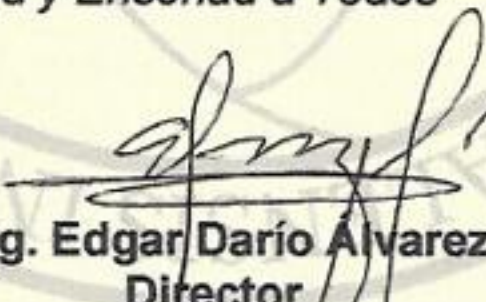
Guatemala, septiembre de 2019

EEPFI-767-2019

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **"PLAN MUNICIPAL DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL"** presentado por el Ingeniero Civil **Erik Donaldo Castañeda Estevez** quien se identifica con Carné **201122751**, correspondiente al programa de Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, septiembre de 2019

Como Coordinador de la Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **"PLAN MUNICIPAL DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL"** presentado por el Ingeniero Civil Erik Donaldo Castañeda Estevez quien se identifica con Carné 201122751.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala



Guatemala, septiembre de 2019

EEPFI-769-2019

En mi calidad como Asesor del Ingeniero Civil **Erik Donaldo Castañeda Estevez** quien se identifica con Carné **201122751** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **"PLAN MUNICIPAL DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS, DEPARTAMENTO DE IZABAL"** quien se encuentra en el programa de Maestría en Artes en Ingeniería para el Desarrollo Municipal en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Ing. Ricardo Barrientos
Asesor (a)

Ing. Agr. Ricardo Alfonso
Barrientos Renou
Colegiado No. 2806

Guatemala, septiembre de 2019

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Ser supremo creador del universo, dador de la vida y de la inteligencia.

Mis padres

Erik Donald Castañeda Monroy (q.d.e.p.) y Birna Estevez Lam, por haberme dado la vida, amor y apoyo incondicional durante todo el proceso de aprendizaje personal y profesional.

Mi hermana

Anyin Linsay Castañeda Estevez, por su cariño y apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios, dadora de conocimientos, a través de tan excelentes catedráticos en la prestigiosa Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad Ingeniería.

Mis amigos

Por su apoyo incondicional en actividades académicas y personales, por mostrar una amistad verdadera y sincera.

**Alianza de Derecho
Ambiental y Agua**

Por su apoyo en la investigación de campo y orientación con excelentes profesionales; Ing. Estuardo Noack y Licda. Jeanette Noack.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS.....	XIII
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Datos importantes del municipio.....	1
1.2. Proyectos previos	2
1.3. Investigaciones realizadas.....	3
1.4. Aportes prácticos.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Plan	7
2.2. Plan municipal	8
2.3. Desecho	9
2.4. Clasificación y tipos de desechos.....	10
2.5. Generación de desechos.....	11
2.6. Recolección	12
2.7. Disposición final.....	12
2.8. Importancia del manejo de desechos sólidos	13
2.9. Definición de impacto ambiental.....	13
2.10. Resultados de proyectos o experiencias	14

3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	15
3.1.	Tipo de disposición de desechos sólidos en el casco urbano	15
3.2.	Promedio de pago mensual por el servicio de recolección	16
3.3.	Producción promedio por municipio	18
3.4.	Composición de los residuos y desechos	19
3.5.	Producción promedio de residuos y desechos domiciliarios	21
3.6.	Producción anual de desechos y residuos sólidos.....	23
3.7.	Caracterización en comunidades de la desembocadura del río Motagua	25
3.8.	Aguas residuales.....	29
3.9.	Entidades públicas y privadas dedicadas a recolección en el municipio	34
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
4.1.	Evaluación de la cultura en la población sobre el manejo de desechos sólidos y saneamiento ambiental	41
4.2.	Actual proceso de recolección y disposición de desechos sólidos	42
4.3.	Análisis del manejo de desechos sólidos en área urbana.....	43
4.4.	Análisis del manejo de desechos sólidos en el área rural	44
4.5.	Indicadores para evaluación de la problemática	45
5.	PROPUESTA.....	47
5.1.	Educación ambiental	47
5.2.	Capacitación a funcionarios en legislación.....	49
5.3.	Mejorar servicios públicos	51
5.4.	Mejorar la gestión financiera municipal relacionada al manejo de desechos sólidos	53

5.5.	Establecer buenas prácticas en manejo de desechos sólidos	54
5.6.	Seguimiento.....	55
5.7.	Propuesta de infraestructura para el tratamiento de los residuos y desechos sólidos del municipio	56
CONCLUSIONES		61
RECOMENDACIONES		63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Vertedero de piteros, Puerto Barrios, Izabal	5
2.	Desechos en vertedero piteros	10
3.	Tipo de disposición de desechos sólidos en el casco urbano	16
4.	Promedio de pago mensual por servicio de recolección	17
5.	Promedio de pago mensual dispuesto	18
6.	Composición de tipos de residuos y desechos	20
7.	Producción promedio de residuos y desechos	21
8.	Composición de desechos inorgánicos en desembocadura del río Motagua	26
9.	Composición de desechos en San Francisco del Mar	27
10.	Composición de desechos en cabo Tres Puntas	29
11.	Población que cuenta con alcantarillado sanitario en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios	30
12.	Población satisfecha por el servicio de alcantarillado sanitario en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios	31
13.	Tratamiento a las aguas residuales aplicado	32
14.	Disposición final de las aguas residuales de viviendas que no cuentan con alcantarillado sanitario en el casco urbano del municipio	33
15.	Tipo de alcantarillado en el casco urbano del municipio	34
16.	Plano de localización planta de compostaje.....	57
17.	Plano de planta general de compostaje.....	58
18.	Flujograma de la planta de compostaje.....	59

TABLAS

I.	Producción promedio en 3 municipios del departamento 19producción promedio en lb / persona / día	19
II.	Producción promedio de residuos y desechos sólidos domiciliares	22
III.	Estimación de población en los tres municipios.....	22
IV.	Producción anual e desechos y residuos sólidos	23
V.	Caracterización en desembocadura del río Motagua en quetzalito.....	25
VI.	Caracterización de desechos en cabo Tres Puntas.....	28
VII.	Encuesta a empresa recolectora Chiapas	35
VIII.	Encuesta a mantenimiento municipal	36
IX.	Encuesta a empresa transferencia de residuos CTR	37
X.	Encuesta empresa COHIPO.....	39
XI.	Plan de acción para educación ambiental	47
XII.	Plan de acción para funcionarios	49
XIII.	Plan de acción para mejorar servicios públicos	51
XIV.	Plan de acción para mejorar la gestión financiera municipal	53
XV.	Plan de acción para establecer buenas prácticas en manejo de desechos sólidos	54
XVI.	Seguimiento al plan	56

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
ADA	Asociación por el Derecho Ambiental y Agua
DAFIM	Dirección de Administración Financiera Municipal
DMP	Dirección Municipal de Planificación
/	División
=	Igual a
INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
Lb/ m³	Libra por metro cúbico
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m	Metro lineal
*, X	Multiplicación
No. habitantes	Número de habitantes
ONU	Organización de las Naciones Unidas
Ton	Tonelada
Ton/m²	Tonelada por metro cuadrado
UGAM	Unidad de Gestión Ambiental Municipal
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala

GLOSARIO

Basurero	Sinónimo de vertedero, botadero.
Botadero	Área donde se depositan los residuos a cielo abierto sin recibir tratamiento.
Desecho sólido	Sinónimo de basura y de residuos sólidos municipales.
Lixiviado	Desecho líquido, debido al proceso de degradación de la materia orgánica arrastrada por materiales disueltos y suspendidos.
Lodo	Líquido con un alto porcentaje de sólidos en suspensión.
Relleno sanitario	Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, cobertura con tierra diariamente, el control de lixiviados y gases, así como la proliferación de vectores con la finalidad de evitar la contaminación del ambiente protegiendo la salud de la población.

Residuos sólidos

Cualquier material incluido dentro de un rango de materiales sólidos, algunos líquidos, que se tiran o rechazan por ser inútiles, excesivos o sin valor. Normalmente no se incluyen residuos sólidos de instalaciones de tratamiento.

Residuo sólido municipal

Residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general, teniendo origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad gubernamental.

Servicio de aseo urbano

Comprende las actividades relacionadas con el manejo de los residuos sólidos municipales: almacenamiento, presentación, recolección, transporte, transferencia, tratamiento, disposición sanitaria, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, recuperación y reciclaje.

Tratamiento

Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, a partir del cual se puede generar un nuevo residuo sólido.

RESUMEN

La generación de residuos y desechos sólidos es una actividad inevitable en todas las áreas habitadas por el ser humano, así como lo es el crecimiento urbano. Se hace necesario buscar las medidas y las acciones prontas para una solución viable que sea capaz de mitigar la problemática.

Se realiza un análisis de los datos obtenidos, a través de encuestas y entrevistas en el área urbana y rural del municipio de Puerto Barrios, así como los municipios de Los Amates y Morales, Izabal.

Como resultado, se obtiene una caracterización y estimación de la cantidad de residuos y desechos generados en el municipio, lo que proporciona una visual más amplia del problema.

Con los datos obtenidos se propone un plan de acción, siendo fundamentales las actividades sociales para concientizar sobre el manejo inadecuado de los residuos y desechos. La infraestructura necesaria para solucionar el problema también se presenta.

OBJETIVOS

General:

Determinar la mejor solución para el inadecuado manejo de los desechos sólidos en el casco urbano de Puerto Barrios.

Específicos:

1. Diagnosticar el estado actual del manejo de los desechos sólidos en el municipio de Puerto Barrios.
2. Definir las causas que generan efectos negativos al entorno físico, ambiental y social del municipio por los desechos sólidos.
3. Identificar los efectos ocasionados por el inadecuado manejo de los desechos sólidos hacia los pobladores del municipio.
4. Establecer los procedimientos necesarios para operación eficiente y eficaz en el servicio de recolección de desechos sólidos, por parte de la municipalidad.

RESUMEN

Se realiza un diseño no experimental, dado que no se toman datos para comprobar hipótesis, siendo de carácter transaccional. El análisis se hace con variables cualitativas en su mayoría, considerando las más importantes de tipo cuantitativas, con lo que se tiene un mejor diagnóstico de la situación actual en cuanto al servicio de recolección de los desechos sólidos.

Se establece la muestra adecuada para recolectar datos pertinentes sobre los atributos, conceptos y variables de las unidades de análisis. El instrumento de investigación a emplear es la encuesta. Se realizan revisiones documentales, técnicas alternativas a emplear con la observación del entorno y la entrevista a los pobladores del municipio, siendo objetivos con la generación de datos.

El estudio es de tipo cualitativo, sin comprobación de hipótesis, con diseño transversal dado que la información se obtiene en un único proceso de toda la investigación.

Las encuestas que se realizan a las personas que residen en el casco urbano con el tamaño de muestra establecido se llevarán a cabo en diversos puntos del área urbana del municipio para tener datos más precisos. Los instrumentos para la recolección de datos, se realizarán con base en las variables planteadas en la investigación.

Las entrevistas se realizan a los trabajadores municipales de las diferentes áreas: Dirección Municipal de Planificación -DMP-, Dirección de Administración Financiera Municipal -DAFIM-, juez de asuntos municipales, Unidad de Gestión Ambiental -UGAM-.

INTRODUCCIÓN

La problemática de la disposición final de los desechos comienza con el surgimiento de la sociedad moderna, donde el crecimiento poblacional presenta un vertiginoso aumento. El siguiente trabajo de investigación se realiza con base en el diagnóstico de necesidades básicas del municipio de Puerto Barrios, siendo una deficiencia notable el servicio en la recolección y transporte de los desechos sólidos, con lo que se hace necesario llevar a cabo estudios previos, a través de este documento para establecer la mejor solución. Los problemas generados son incremento en la contaminación ambiental, enfermedades generadas por los desechos, botaderos clandestinos y contaminación visual. Se llevará a cabo la sistematización del servicio, a través de un plan de manejo de desechos sólidos en el casco urbano del municipio.

La población y el medio ambiente padecen de los problemas descritos, por lo que proporcionar el plan e implementarlo será de mucha importancia para el municipio.

El resultado de la investigación esperado es un plan municipal eficiente que sea capaz de mitigar la problemática actual que padece la población por los desechos, proporcionando un modelo para que los municipios puedan servirse del mismo e implementarlo en su localidad con previa adaptación. La solución planteada requiere un esquema de solución a seguir, partiendo con la toma de datos en campo, tabulación de datos, el análisis de resultados y conclusiones con lo que se realizará el plan. Es posible realizar la investigación planteada dado que no se presentan gastos excesivos ni dificultades en la toma de datos,

tampoco se realizarán ensayos de laboratorio, comprobación de hipótesis o estudios de factibilidad.

El primer capítulo propuesto son los antecedentes que considera desde lo global a lo regional; el segundo capítulo con marco teórico que abarca toda la teoría respecto a los residuos sólidos; el tercer capítulo contempla la muestra de los resultados obtenidos a la tabulación correspondiente para posterior estudio; el cuarto capítulo se tratarán los análisis y la discusión de los resultados obtenidos, finalizando con un quinto capítulo conteniendo la solución propuesta para mitigar el problema.

1. ANTECEDENTES

Los residuos existen desde los principios de la vida, siendo los seres vivos entes generadores primarios. Antiguamente la eliminación de residuos para el ser humano no representaba problema alguno, dado que la población era sumamente pequeña y la superficie vasta.

1.1. Datos importantes del municipio

Con respecto a salud, se cuenta con dos hospitales: Hospital Nacional Japón-Guatemala, Hospital Infantil Elisa Martínez y un centro de salud; además de diversidad de clínicas privadas. Se generan desechos bioinfecciosos por parte de estas entidades.

Existe diversidad de escuelas públicas, colegios privados y universidades privadas. Además, se cuenta con una extensión de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Izabal -CUNIZAB-, así como un Instituto Técnico de Capacitación y Productividad -INTECAP-.

En cuanto a comercio, se cuenta con dos mercados municipales y un centro comercial denominado pradera Puerto Barrios, siendo los principales generadores de desechos comerciales en el municipio.

1.2. Proyectos previos

Si se habla de desechos sólidos a nivel global, la Organización de las Naciones Unidas -ONU- (1992), ya ha considerado el tema como una problemática creciente, por lo que ha establecido en el programa 21, capítulo 21 una serie de recomendaciones y pasos a seguir para una gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y otras relacionadas con aguas cloacales.

La existencia de producción, así como de consumo no sostenible está generando un aumento en cuanto a cantidad y variedad de los desechos que afectan el medio ambiente a un ritmo que no tiene precedentes, la tendencia tiende a aumentar considerablemente los desechos que se producen, siendo hasta cinco veces las que se generan en día para el 2025. (ONU, 1992).

Se sugiere que países industrializados tomen en consideración la posibilidad de invertir en reducción de desechos al mínimo, con equivalencia del 1 % de gastos de gestión gubernamental en tema de desechos sólidos o delegando sumas efectivas propuestas por autoridades competentes municipales y nacionales con base a todas las circunstancias locales. (ONU, 1992).

Con base a estudios realizados por la ONU, (1992) de países en desarrollo, el problema tiene un carácter más fundamental, puesto que menos del 10 % de los desechos urbanos tienen algún tipo de tratamiento y tan sólo en pequeñas cantidades corresponde a normas de calidad.

A nivel nacional existe la política pública para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos delegando funciones a cada municipalidad respecto al manejo de los desechos, mas no se cuenta con un programa que explique detalladamente qué procedimiento debe seguirse en específico, tampoco establece estudios que identifiquen la situación de cada municipio.

1.3. Investigaciones realizadas

En el país se han realizado estudios de suma importancia para el manejo de los desechos mostrando los siguientes resultados:

En el municipio de Sanarate, El Progreso se realizó una implementación municipal de un programa de recolección de residuos sólidos urbanos, con esta implementación se logró disminuir los niveles de contaminación ambiental que presentaba el municipio, así como las enfermedades consecuencia de los desechos sólidos, también se redujo el número de botaderos clandestinos (Cifuentes, 2006). Es posible detectar que una correcta implementación de un programa municipal es eficaz en la mitigación de los problemas ocasionados por inadecuada recolección de desechos sólidos.

Otra evaluación llevada a cabo determinó la cantidad de población que carece del servicio en cuanto a recolección y transporte, así como los precios mensuales estableciendo una cuota accesible para la población, pero capaz de cumplir las necesidades. De igual manera, se determinaron las producciones de desechos sólidos para las colonias en las que se hace mención, dando un veredicto final de las soluciones para ese caso en particular (Batres, Jayes y Del Cid, 1993). La evaluación mostró un resultado satisfactorio dado que se solucionó el problema que se tenía en cuanto a desechos sólidos.

A nivel más pequeño pero no menos importante, se logró llevarse a cabo un estudio del diagnóstico de manejo de residuos sólidos hospitalarios en Hospital Roosevelt de Guatemala, se logró hacer eficiente los procesos dentro del mismo en lo que respecta a:

- Generación
- Recolección interna
- Transporte interno
- Tratamiento
- Disposición final

A nivel nacional, se estima que un 26 % de la basura generada en áreas urbanas (Instituto Nacional de Estadística -INE-, 2002) es depositada en lugares clandestinos. En el sector rural del país, se tiene que un 36 % es quemada, enterrada 18 % y depositada en lugares no adecuados 44 %.

Guatemala produce alrededor del 50 % de los desechos sólidos del país. Con base en la información disponible en el INE, tan sólo un 23 % de la basura que se genera en los municipios es depositada en un lugar adecuado. El departamento con mayor recepción de basura es el de Guatemala con un 72 %.

Figura 1. Vertedero de piteros, Puerto Barrios, Izabal



Fuente: elaboración propia. Fecha: 16/01/2019

1.4. Aportes prácticos

En Puerto Barrios no se han efectuado estudios que establezcan impacto ambiental por el manejo de desechos sólidos; sin embargo, empresas privadas se han dedicado a realizar evaluaciones en el ambiente por otras actividades, como la empresa GEOAMBIENTE, lamentablemente no se tiene acceso a ésta información por ser de carácter privado.

Con la implementación de cuestionarios a la muestra establecida, se tienen datos verídicos del actual estado del manejo de los desechos en el área del casco urbano del municipio. Actualmente no existen estudios que especifiquen un diagnóstico y evaluación en cuanto al manejo de los desechos sólidos en Puerto Barrios.

Se establecen los análisis correspondientes para ejecutar un plan de manejo de residuos sólidos en el municipio. Con sustento legal en la política pública para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos se dará solución a la problemática, estableciendo el plan municipal para el manejo de los desechos en el área urbana de Puerto Barrios.

2. MARCO TEÓRICO

El siguiente capítulo describe los conceptos para la elaboración de un plan de manejo de desechos sólidos municipales, abordando los siguientes conceptos: plan, plan municipal, desecho, clasificación y tipos de desechos, generación de desechos, recolección, disposición final, importancia del manejo de desechos sólidos, definición de impacto ambiental, resultados de proyectos o experiencias.

2.1. Plan

Ayala, 1982, afirma: “se tienen diversas definiciones, la más puntual establece que “se define como el conjunto coherente de metas e instrumentos que tiene como fin orientar una actividad humana en cierta dirección anticipada.”. (p.226).

Por su parte, Landa (1976) menciona que un plan es "Un conjunto coordinado de metas, directivas, criterios y disposiciones con que se instrumentiza un proceso, pudiendo ser integral o sectorial y en distintos niveles: comunal, urbano, local, regional, nacional." (p.52).

Otro concepto concebido por Miguel (2004) sobre plan define que es: “la gestión materializada en un documento, con el cual se proponen acciones concretas que buscan conducir el futuro hacia propósitos predeterminados. Es un documento donde se indican las alternativas de solución a determinados problemas de la sociedad y la forma de llevarlo a cabo determinando las actividades prioritarias y asignando recursos, tiempos y responsables a cada una de ellas. El contenido básico de un plan es:

justificación del plan, visión del plan, diagnóstico, prospectiva, objetivos, estrategias, políticas, programas y proyectos del plan.” (p.416).

2.2. Plan municipal

Se define, según Miguel (2004) como: “el conjunto de actividades previstas en un documento por medio del cual un sujeto busca actuar sobre la región para cambiarlo de acuerdo con ciertos propósitos, o bien se considera el conjunto de procesos coordinados, sistemáticos y generalizados para la determinación de acciones tendientes a un desarrollo equilibrado y coherente de la región”. (p. 316, 317)

Es necesario comprender que: "esta concepción general del contenido de un plan regional debe adecuarse a las características e idiosincrasia de las regiones donde se pretende aplicar el plan, y depende la habilidad de los planificadores poder combinar la mayor cantidad de recursos y elementos posibles para la realización adecuada de los proyectos que pretende realizar en beneficio de la región, las personas que la habitan y la naturaleza que forma parte de la región". (Miguel, 2004, p.320)

En la Administración Pública Municipal se entiende que: “es el documento rector, producto del proceso de planeación, consiste en el conjunto coordinado de objetivos, metas, y acciones que relacionada con las estrategias y programas jerarquizan una serie de políticas e instrumentos en el tiempo y el espacio, para alcanzar una imagen objetiva propuesta como condición del plan... el plan como documento rector, se puede clasificar según sus alcances, dimensiones temporales, sectores y naturaleza del grado de intervención al que responda. Y para esta misma el plan se compone de cinco niveles principales:

- Antecedentes
- Normativo
- Estratégico
- Programático y de corresponsabilidad sectorial
- Instrumental

Dado que en un plan el conjunto de programas es fundamental para su concreción, se considera fundamental incursionar en el concepto mismo de programa.” (CODEREG, 1996, p.22, 26)

2.3. Desecho

Materiales, sustancias, objetos, cosas, entre otros, que se necesita eliminar dado que no representa un uso. Esta definición abarca las masas heterogéneas de desechos de comunidades urbanas, lo mismo que acumulaciones más homogéneas de desechos agrícolas, industriales y minerales (Tchobanoglous, 1999).

Más puntualmente, Boada (2004), se define como: “un material que no representa una utilidad o un valor económico para el dueño” (p. 56).

Figura 2. **Desechos en vertedero piteros**



Fuente: elaboración propia. Fecha: 16/01/2019.

2.4. Clasificación y tipos de desechos

Se puede clasificar como estén compuestos:

- Residuo orgánico: como su nombre lo indica de un origen biológico.
- Residuo inorgánico: desecho origen no biológico, origen industrial.
- Residuos peligrosos: todo desecho que representa un peligro bastante.
- Potencial (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD-, 2010).

Según su origen:

- Residuo domiciliario: proveniente de los hogares y comunidades.
- Residuo industrial: producto de la manufactura.
- Residuo hospitalario: residuos peligrosos.
- Residuo comercial: restos de frutas, cartones.
- Residuo urbano: poblaciones.
- Basura espacial: de origen humano que ya no tiene utilidad (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2010).

2.5. Generación de desechos

Inicia desde: “unos 2 500 000 años, en la época conocida como Paleolítico, el hombre consumía los recursos que la tierra generaba. No se preocupaba de producir, solo de recolectar y de cazar.” (Colomer, 2007, p.9)

Durante mucho tiempo el hombre cazaba, pescaba y recolectaba alimentos, se llevaba una vida nómada comiendo a las orillas de los ríos donde se aseguraba de comida y agua por cierto tiempo. Al inicio eran grupos formados por un número reducido de individuos. (Colomer, 2007).

La agricultura se descubrió en momentos distintos en diferentes ubicaciones del planeta, se estima que en el período del Neolítico, hace 5 000 años. Se construyeron los primeros poblados, lo que generaba la producción de otras actividades y no solo la búsqueda de comida. (Colomer, 2007).

Los residuos que se generaban se depositaban en el entorno, por la escasa cantidad no representaba problemas por integrarse al ciclo de la naturaleza. La productividad agrícola era muy baja, la población se limitaba a 10 millones de habitantes con esperanza de vida de 20 años. (Colomer, 2007).

Las culturas que más evolución presentaron surgieron a partir de la metalurgia, alfarería, las producciones de productos químicos, la cal, el yeso, los residuos no representaban problema alguno. Las numerosas concentraciones humanas originaron la generación de residuos y la inexistente gestión empieza a provocar preocupación. (Colomer, 2007).

Es a partir de la revolución industrial del siglo XIX fue la que dio lugar a la gran explosión sobre la aparición de los residuos. La gestión era ineficiente, se

producían problemas sanitarios, sobre todo en saneamiento del agua y acumulación de basura. Surgen nuevas enfermedades como el cólera o el tifus (Hontoria, 2000).

2.6. Recolección

Sin embargo, es necesario considerar los elementos fundamentales de la recolección que compone dos factores: la transferencia de residuos desde un vehículo hasta un equipo más grande y el transporte que le sigue a los residuos, a través de grandes distancias. La transferencia por lo regular tiene lugar en las estaciones de transferencia. El transporte por vehículo motorizado es el más común aunque a veces se utilicen vagones de ferrocarril o vía marítima, a través de barcazas. (Tchobanoglous, 1999).

2.7. Disposición final

Los métodos más comúnmente reconocidos para la disposición final de desechos sólidos a principios de siglo eran:

- Arrojar sobre el suelo
- Arrojar en el agua
- Enterrar con arado en el suelo
- Alimento para porcinos
- Reducción
- Incineración

No todos estos métodos eran aplicables a todos los tipos de desechos; enterrar con arado en el suelo se usaba para desechos de alimentos y barrido de

calles, alimento para porcinos y la reducción se usaron específicamente para desechos de alimentos (Tchobanoglous, 1999).

La incineración fue muy popular en el siglo XIX modificó la eliminación de los residuos disminuyendo las cantidades de peso, del volumen y la peligrosidad, pero se trataba de formas incontroladas de combustión, lo que generaba problemas asociados a incendios y humos no deseados. Este método tuvo que clausurarse, debido a la problemática que presentaba. (Colomer, 2007).

Es necesario puntualizar que en la actualidad “la evacuación de los residuos sólidos, mediante vertederos controlados o la extensión en la superficie es el último destino de todos los residuos” (Tchobanoglous, p. 16, 1999). Refiriéndose a evacuación como disposición final de los desechos, siendo urbanos o de instalación de recuperación de materiales, rechazos de la combustión de algunos residuos, como sustancias de diferentes instalaciones de procesamiento.

2.8. Importancia del manejo de desechos sólidos

La evolución ha traído la generación de nuevos materiales como los sintéticos difíciles de degradar por medios naturales, esto a nivel industrializado es una amenaza latente, más aún que los materiales solo se utilizan una vez y luego son desechados, lo que ha generado la necesidad de realizar una gestión correcta y un manejo adecuado de los desechos sólidos. (Colomer, 2007).

2.9. Definición de impacto ambiental

El término impacto ambiental presenta una definición muy precisa; no obstante, se puede señalar que el término impacto podría ser definido como el efecto o impresión que una cosa causa sobre otra, como una primera

aproximación se puede definir como impacto ambiental a toda alteración en el ambiente humano. (Iribarren, 2002).

Impacto ambiental potencial: efecto positivo o negativo latente que podría ocasionar un proyecto, obra, industria o actividad sobre el medio físico, biológico y humano. Puede ser preestablecido de forma aproximativa en virtud de la consideración de riesgo ambiental o bien de un proyecto, obra, industria o actividad similar que ya esté en operación. (Udpa y Salinas, 1969).

2.10. Resultados de proyectos o experiencias

No se ha generado mucha información en cuanto a generación de residuos y desechos sólidos domiciliarios en centros urbanos de Guatemala.

Se ha evidenciado que “el 88,38 % de los botaderos del país no se encuentran autorizados y se pueden considerar clandestinos; el 11,62 % se definen como de origen municipal, porque cuentan con autorización de la municipalidad únicamente y el 100 % no tienen autorización por parte del ministerio de ambiente y recursos naturales.” (Primer Informe sobre Desechos Sólidos Domiciliarios, p.22, 2007).

En cuanto al municipio de Puerto Barrios no se han realizado estudios sobre manejo o disposición de desechos sólidos, así también no se cuenta con un programa o un plan en funcionamiento.

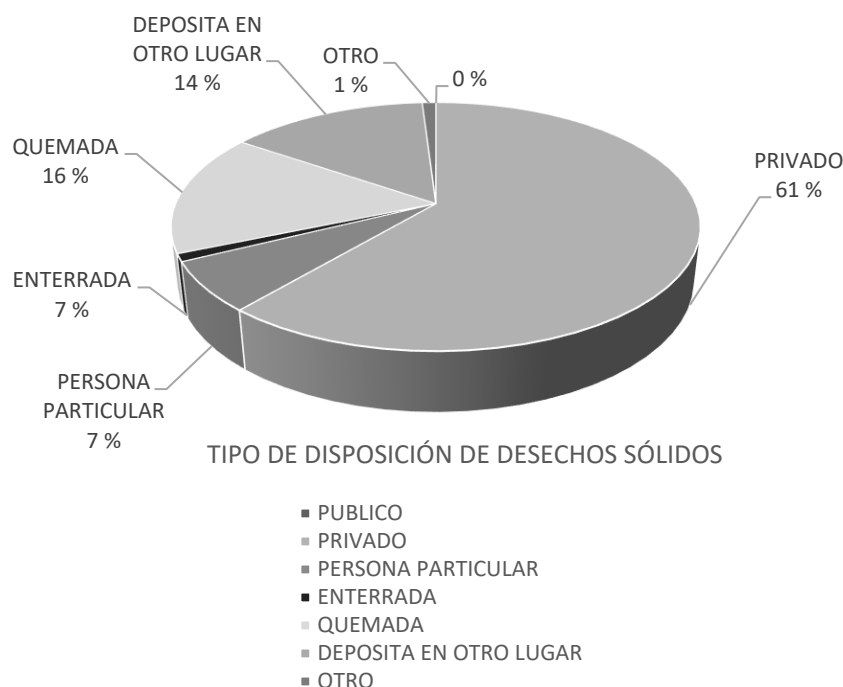
3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos de la investigación de campo, para la elaboración del plan de manejo de los desechos sólidos en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios, así como estudios realizados en el municipio de Los Amates y de Morales, Izabal, por parte de la Asociación por el Derecho Ambiental y Agua -ADA2-.

3.1. Tipo de disposición de desechos sólidos en el casco urbano

La información se obtuvo a través de la realización de 201 encuestas en el área del casco urbano del municipio de Puerto Barrios, en la figura 1, se observa que las disposiciones de los desechos sólidos se distribuyen de la siguiente manera: el 61,00 % por parte de recolección privada, 16,00 % se quema, 16,00 % depositada en otro lugar, 7,00 % recolectada por persona particular, 1,00 % enterrada, 1,00 % otro, 0,00 % por servicio público (municipal).

Figura 3. **Tipo de disposición de desechos sólidos en el casco urbano**



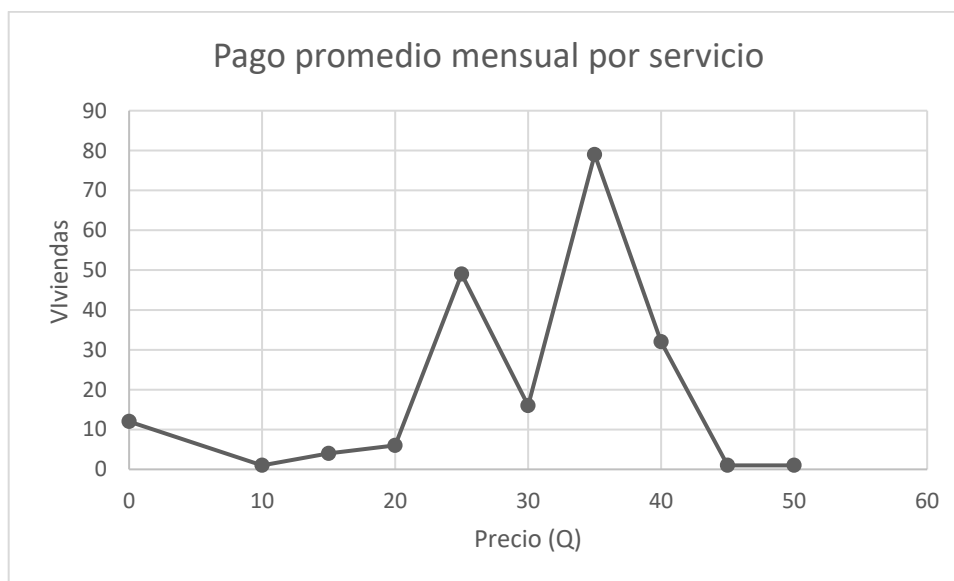
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel. Año 2016.

3.2. Promedio de pago mensual por el servicio de recolección

De las 201 encuestas realizadas en el casco urbano, se conoció el promedio de pago mensual por el servicio de recolección por empresa privada y persona particular; que es de Q 31,93 en el área urbana del municipio como se observa en la figura 2.

Las viviendas que no pagan (Q 0,00) tienen una cantidad considerable con 12 viviendas, 1 vivienda paga Q 10,00, pagan Q 15,00, 4 viviendas, 6 viviendas pagan Q 20,00, Q 25,00 un total de 49 viviendas, Q 30,00 cancelan 16 viviendas, Q 35,00 con 79 reflejando la moda de los datos, Q 40,00 con 32 viviendas, Q 45,00 1 vivienda y Q 50,00 1 vivienda.

Figura 4. **Promedio de pago mensual por servicio de recolección**

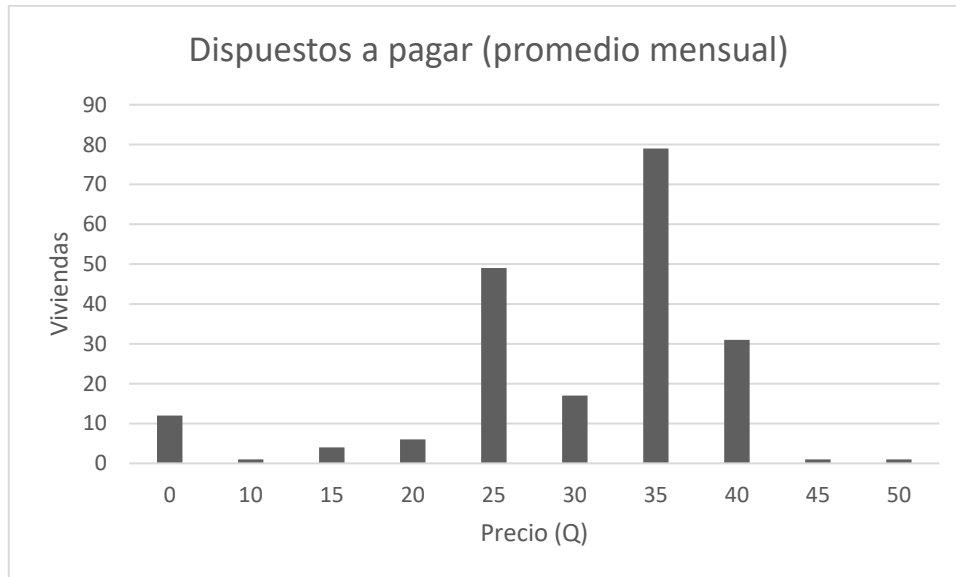


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel. Año 2016.

Al seguir los resultados obtenidos de las 201 encuestas, se detectó que el promedio de pago que la población se encuentra dispuesta a realizar es de Q 31,88 una mínima diferencia con la que se paga actualmente.

En la figura 3, se observan las viviendas que: no están dispuestas a pagar (Q 0,00) son 12, 1 vivienda está dispuesta a pagar Q 10,00, están a favor de pagar Q 15,00 4 viviendas, 6 viviendas están de acuerdo en pagar Q 20,00, Q 25,00 un total de 49 viviendas, Q 30,00 están a favor de pagar 17 viviendas, Q 35,00 se mantienen en su pago las 79 viviendas, Q 40,00 con 31 viviendas, Q 45,00 1 vivienda y Q 50,00 1 vivienda.

Figura 5. **Promedio de pago mensual dispuesto**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel. Año 2016.

3.3. **Producción promedio por municipio**

Se realizó el levantamiento de información con 109 encuestas en tres municipios del departamento de Izabal; Los Amates, Morales y Puerto Barrios con lo que se obtiene la tabla I, que muestra la producción promedio de 1,32 lbs/persona/día en Los Amates, 1,66 lbs/persona/día en Morales y 1,66 lbs/persona/día en Puerto Barrios, el promedio total es de 1,29 lbs/persona/día.

Tabla I. **Producción promedio en 3 municipios del departamento**

producción promedio en lb / persona / día				
	Orgánicos	Inorgánicos reciclables	Desechos	Totales
Los Amates	0.62	0.17	0.53	1.32
Morales	0.88	0.37	0.41	1.66
Puerto Barrios	0.52	0.10	0.35	0.97
Total	0.64	0.19	0.46	1.29

Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

3.4. Composición de los residuos y desechos

En la figura 6, se observa el resultado obtenido con apoyo de la Asociación por el Derecho Ambiental y Agua -ADA2-, dicho levantamiento se realizó con 109 encuestas, en la figura 4, se observa el total de los residuos y desechos siendo 36 % de material considerado desecho (sin utilidad alguna), 15 % de inorgánicos reciclables (con un valor económico) y 49 % orgánicos del total en los 3 municipios estudiados.

Figura 6. **Composición de tipos de residuos y desechos**

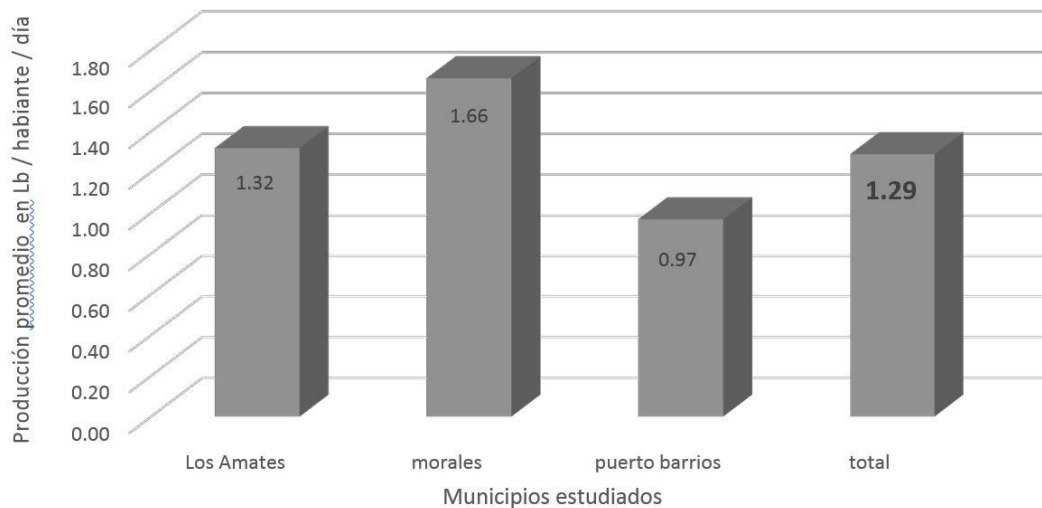


Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

De igual manera con las 109 encuestas realizadas por la Asociación por el Derecho Ambiental y Agua -ADA2- se tiene que la producción promedio por municipio estudiado es de 1,32 lbs/habitante/día, para Los Amates, 1,66 lbs/habitante/día, para Morales, 0,97 lbs/habitante/día en Puerto Barrios y 1,29 lbs/habitante/día como promedio de los tres municipios como se observa en la figura 7.

Figura 7. **Producción promedio de residuos y desechos**

Producción promedio de residuos y desechos sólidos en los tres municipios estudiados expresados en Lb / habitante / día con datos **por municipio**



Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

3.5. **Producción promedio de residuos y desechos domiciliarios**

Las 109 encuestas realizadas por la Asociación por el Derecho Ambiental y Agua -ADA2- reflejan en la tabla III, que la producción promedio de los tres municipios de residuos orgánicos es 0,98 lbs/habitante/día en el área rural, 1,31 lbs/habitante/día en el área semiurbana, 1,72 lbs/habitante/día en el área urbana y 1,29 lbs/habitante/día como promedio total.

Tabla II. **Producción promedio de residuos y desechos sólidos domiciliarios**

producción promedio en lb / persona / día				
	Orgánicos	Inorgánicos reciclables	Desechos	Totales
Rural	0.47	0.13	0.38	0.98
Semi urbana	0.67	0.13	0.51	1.31
Urbana	0.85	0.34	0.52	1.72
Totales	0.64	0.19	0.46	1.29

Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

Con base en información del Instituto Nacional de Estadística del 2002 y estimaciones para el 2016, Los Amates cuenta con 95 % de población rural y un 5 % de población urbana, Morales con 83 % en el área rural y 17 % área urbana, Puerto Barrios con 40 % en área rural y 60 % en área urbana.

Tabla III. **Estimación de población en los tres municipios**

	Población				
	Rural		Urbana		Total
Los Amates	58,589	95%	3,084	5%	61,673
Morales	91,173	83%	18,674	17%	109,847
Puerto Barrios	40,150	40%	60,224	60%	100,374
total	189,912		81,982		271,894

Fuente: Instituto Nacional de Estadística -INE-.(2002).

3.6. Producción anual de desechos y residuos sólidos

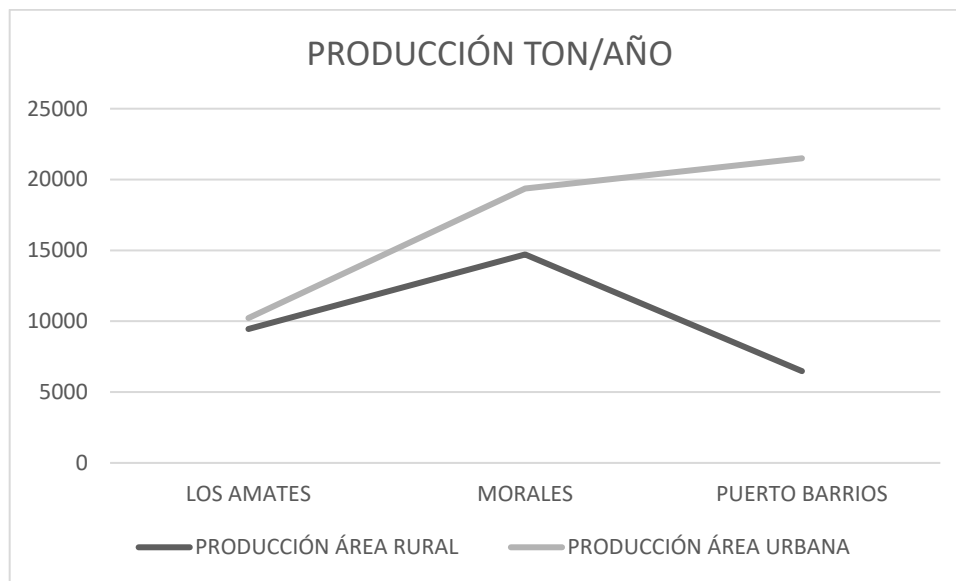
En la tabla VI, se tiene la estimación de producción de desechos y residuos sólidos proyectada, que es de 10 223,73 toneladas por año para el municipio de Los Amates, 19 369,90 toneladas por año para el municipio de Morales y 21 498,35 toneladas por año para el municipio de Puerto Barrios, el total de producción de los tres municipios es de 51 091,97 toneladas por año.

Tabla IV. Producción anual de desechos y residuos sólidos

	Población rural			Población urbana			Total
	Producción lb/hab/día	Población	Producción Ton/año	Producción lb/hab/día	población	Producción Ton / año	Ton / año
Los Amates	0,98	58 589	9 454,70	1,51	3 084	769,03	10 223,73
Morales	0,98	91 173	14 712,81	1,51	18 674	4 657,09	19 369,90
Puerto	0,98	40 150	6 479,04	1,51	60 224	15 019,31	21 498,35
Total		189 912	30 646,54		81 982	20 445,43	51 091,97

Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

Figura 8. **Producción anual de desechos y residuos sólidos en área urbana y rural**



Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

El peso específico de los tres municipios, se establece en 0,20 ton / m³.

$$Pe = 0,58\text{kg} / 2,90 \text{ lt} = 0,20 \text{ kg} / \text{lt} = 0,20 \text{ ton} / \text{m}^3 \text{ Ec (1)}$$

En la tabla VII, se tienen los resultados de la caracterización realizada por la asociación del derecho ambiental y agua en el área de la desembocadura del río Motagua, donde el 8 % del peso total es de desechos sintéticos, es decir, por actividad humana y el 92 % es de arena o piedra pómez. Por otro lado, el volumen de desechos sintéticos totales representa el 42 % y la arena o piedra pómez que es desecho natural el 58 % restante.

3.7. Caracterización en comunidades de la desembocadura del río Motagua

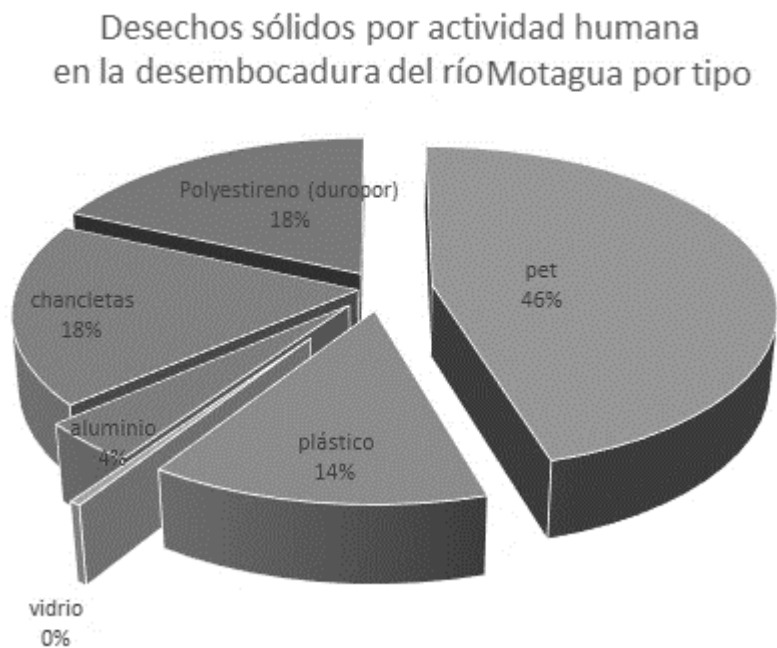
Tabla V. **Caracterización en desembocadura del río Motagua en Quetzalito**

La desembocadura del Motagua en Quetzalito				
Material	Peso (lb)	%	Volumen (lt)	%
Pet	31.00		189.27	
Plástico	12.00		56.781	
Vidrio	1.00		1.8927	
Aluminio	1.00		17.0343	
Chancletas	15.00		75.708	
Polyestireno (duropor)	9.00		75.708	
Desechos sintéticos	69.00	8%	416.394	42%
Arena / piedra pómez	750.00	92%	567.81	58%
Suma	819.00		984.204	

Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

En la figura 8, se encuentran los resultados de la caracterización realizada por la asociación del derecho ambiental y agua en el área de la desembocadura del río Motagua, donde se detectó alta presencia de pet 46 %, polyestireno (duroport) con 18 %, chancletas o sandalias con 18 %, plásticos con 14 %, aluminio un 4 % y vidrio no se presenta 0 %.

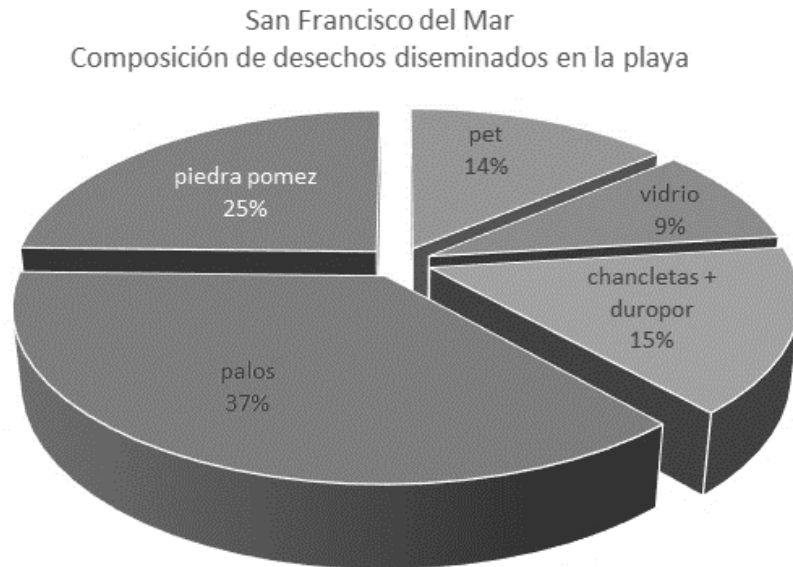
Figura 9. **Composición de desechos inorgánicos en desembocadura del río Motagua**



Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

En la figura 9, se tienen los resultados por la asociación del derecho ambiental y agua donde se caracterizó un metro cúbico de residuos y desechos en el área de San Francisco del Mar obteniendo los valores en peso de pet 18 libras, vidrio 12 libras, chancletas y duroport 20 libras, residuos de madera 48 libras y piedra pómez 32 libras.

Figura 10. **Composición de desechos en San Francisco del Mar**



Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

Otra comunidad afectada y en estudio por la asociación es Cabo Tres Puntas y como se puede ver en la tabla VIII, se realizó la caracterización en un metro cúbico de residuos y desechos obteniendo presencia de pet en 3 libras, plástico en 2 libras, vidrio en 4 libras, chancletas en 4 libras, duroport en 2 libras, piedra pómez en 22 libras y restos de madera en 10 libras.

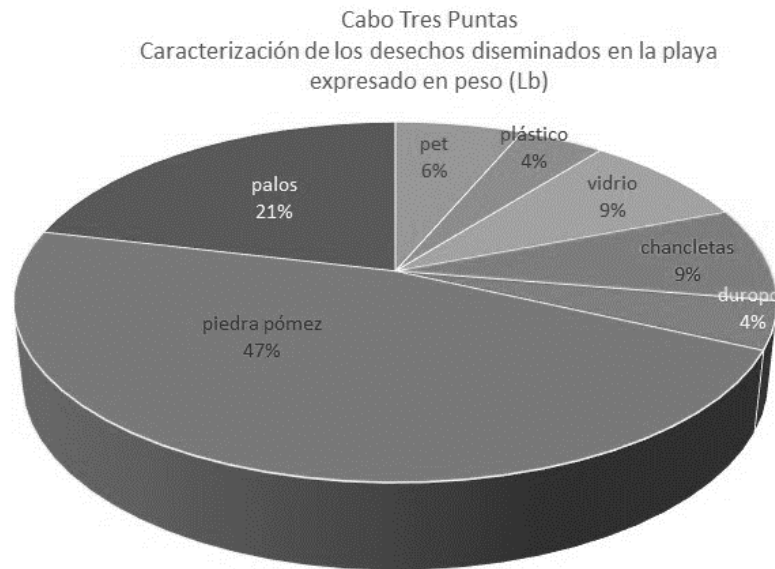
Tabla VI. **Caracterización de desechos en Cabo Tres Puntas**

Cabo Tres Puntas	
Desechos por tipo	Lb/m3
Pet	3.00
Plástico	2.00
Vidrio	4.00
Chancletas	4.00
Duroport	2.00
Piedra pómez	22.00
Restos de madera	10.00

Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

En la figura 10, se observan los porcentajes de desechos en la comunidad de cabo Tres Puntas siendo los siguientes: 47 % de piedra pómez, restos de madera con 21 %, vidrio con 9 %, chancletas con 9 %, pet con 6 %, duroport con 4 % y plástico con 4 %.

Figura 11. **Composición de desechos en Cabo Tres Puntas**



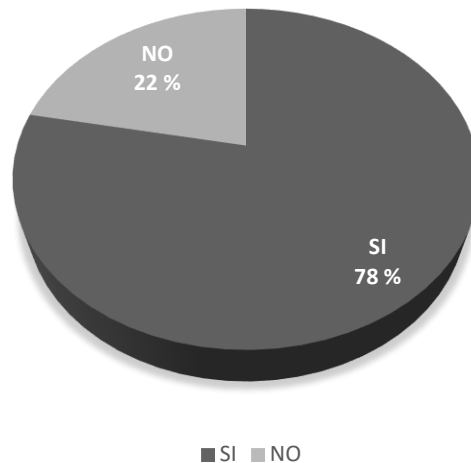
Fuente: Asociación por el Derecho Ambiental y Agua. Año 2016.

3.8. Aguas residuales

De las 201 encuestas realizadas, se tiene la figura 11 donde se observa que el 78 % de la población del casco urbano del municipio de Puerto Barrios cuenta con sistema de alcantarillado sanitario, mientras que el 22 % carece del mismo.

Figura 12. **Población que cuenta con alcantarillado sanitario en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios**

CUENTAN CON ALCANTARILLADO SANITARIO



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel. Año 2016.

Siguiendo los resultados de la encuesta realizada en 201 viviendas del casco urbano, se tiene que el 61 % de las personas que cuentan con el servicio están satisfechas con el sistema, mientras que el descontento se presenta en el 39 % restante de la población del casco urbano de Puerto Barrios.

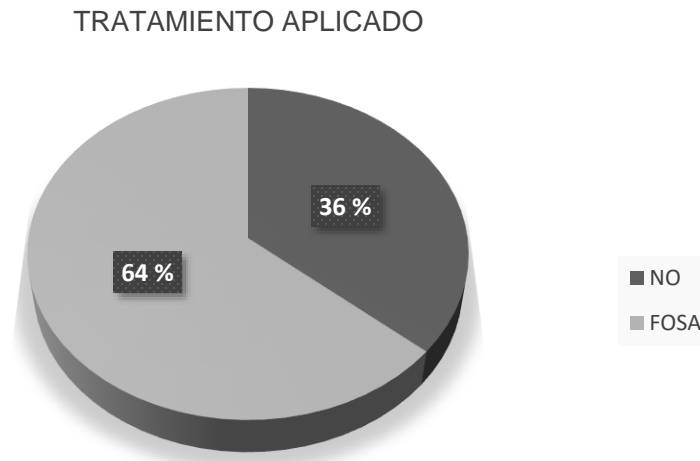
Figura 13. **Población satisfecha por el servicio de alcantarillado sanitario en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel. Año 2016.

En la figura 13, se observan los resultados obtenidos de las 201 encuestas, reflejan que el 64 % de las personas que sí cuentan con alcantarillado sanitario le dan un tratamiento con fosa séptica a las aguas residuales, mientras que el 36 % las descarga de manera directa.

Figura 14. **Tratamiento a las aguas residuales aplicado**

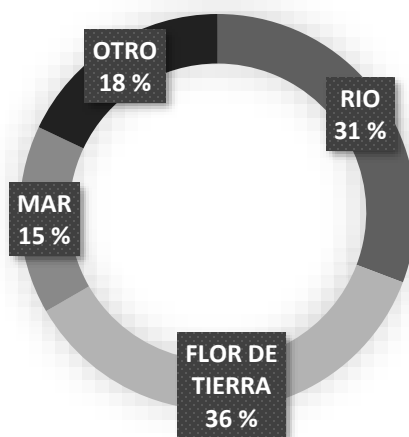


Fuente: elaboración propia, empelando Microsoft Excel. Año 2016.

En la figura 14, se observa la disposición final de las aguas residuales de las personas que no cuentan con sistema de alcantarillado sanitario se concentran en 36 % a flor de tierra, es decir, por escorrentía superficial, al río 31 %, al mar un 15 % y desconocen el lugar de desfogue 18 %.

Figura 15. **Disposición final de las aguas residuales de viviendas que no cuentan con alcantarillado sanitario en el casco urbano del municipio**

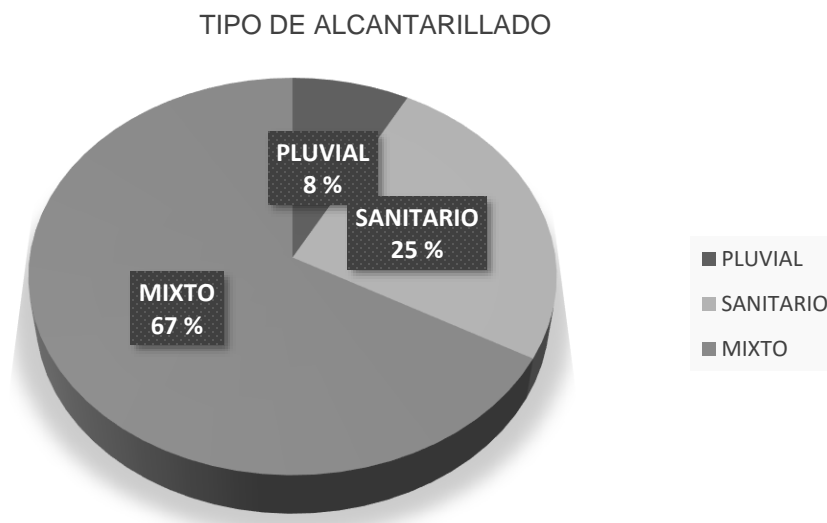
DISPOSICIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel. Año 2016.

El tipo de alcantarillado con el que cuenta la población del casco urbano, se observa en la figura 15, según las 201 encuestas realizadas y es 67 % mixto, es decir, agua residual y pluvial, sanitario el 25 % y solo aguas pluviales un 8 %.

Figura 16. **Tipo de alcantarillado en el casco urbano del municipio**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel. Año 2016.

3.9. Entidades públicas y privadas dedicadas a recolección en el municipio

La encuesta realizada a la empresa Chiapas, se refleja en la tabla IX y muestra que: cuentan con un camión para proporcionar el servicio, no cuentan con maquinaria, la disposición final la realizan en el vertedero municipal, el área que utilizaban para disposición anteriormente era un terreno baldío, 3 personas laboran en la unidad, no clasifican desechos, aproximadamente recolectan un barril (52 galones) por persona, no recolectan en área pública, prestan servicio al colegio Educare, cobran Q 30,00 por servicio mensual, el tipo de contrato es verbal y laboran una vez por semana en cada vivienda.

Recolectora Chiapas

Teléfono: 58570618

Dirección: 8ª calle 10 y 11 av. Puerto Barrios

Tabla VII. **Encuesta a empresa recolectora Chiapas**

Cuestionamiento	Respuesta
Tipo de transporte para traslado de los desechos	Un camión
Maquinaria para manejo de desechos sólidos	Ninguno
Tipo de propiedad para disposición final	Vertedero municipal
Antiguo uso del terreno de disposición final	Terreno baldío
Cuántas personas se encargan del cuidado del lugar	3 personas en el camión
Cómo clasifican los desechos en el área de disposición	No los clasifican
Cantidad aproximada de desechos por vivienda	Un barril por vivienda
Cantidad aproximada por área pública	No se recoge
Prestan el servicio a centros educativos	Colegio Educare
Cuánto cobran al mes por su servicio	Q30,00
Tipo de contrato	verbal
Días laborales	1 día a la semana en cada vivienda, lunes a viernes

Fuente: elaboración propia. Año 2016.

La encuesta realizada a la dirección de mantenimiento municipal de Puerto Barrios muestra que: se utilizan (2) dos camiones para la recolección, no cuentan con maquinaria propia, la propiedad donde se realiza la disposición final no es municipal, el uso del terreno tiene 40 años, según los encuestados, la topografía del terreno es quebrada, cuatro personas se encargan del cuidado del lugar, el tamaño del terreno es de dos manzanas, no clasifican los desechos ni residuos, la cantidad aproximada de desechos por vivienda es de un barril, la cantidad recolectada en área pública es en promedio de 2 camiones diarios por mercado, no se cuenta con estudio de impacto ambiental, el cobro mensual es de Q 50,00 cuando se solicita en la municipalidad, los desechos que no son reutilizables los

queman, el tipo de contrato es escrito y se solicita en la municipalidad, los días de recolección son una vez por semana en viviendas.

Mantenimiento municipal

Dirección: 9na. Calle entre 9na y 10 av.

Tabla VIII. **Encuesta a mantenimiento municipal**

Cuestionamiento	Respuesta
Tipo de transporte para traslado de los desechos	2 camiones
Maquinaria para manejo de desechos sólidos	No tienen, alquilan una y está allí en el basurero
Tipo de propiedad para disposición final	Propio de la municipalidad piteros
Antiguo uso del terreno de disposición final	40 años de ser basurero, antes baldío
Topografía del terreno	Quebrado
Cuántas personas se encargan del cuidado del lugar	4 municipales
Tamaño del terreno	2 manzanas
Como clasifican los desechos en el área de disposición	No la clasifican
Cantidad aproximada de desechos por vivienda	1 barril
Cantidad aproximada por área pública	2 camiones diarios por mercado (3 mercados) y 5 o 6 barriles en los parques
Cuenta el sitio con estudio de impacto ambiental	No
Prestan el servicio a centros educativos	Todas las escuelas
Cuánto cobran al mes por su servicio	Q50,00 cuando van a solicitar servicio a la municipalidad, para una vivienda particular
Qué hacen con los desechos que no son reutilizables	Los queman
Tipo de contrato	Escritos y los solicitan en la municipalidad
Días laborales	Una vez a la semana en viviendas, y diario en área pública de lunes a viernes Cuenta con una cuadrilla de 18 personas para limpieza en mercados, 12 barrenderos para parques, 14 barrenderos para calles.

Fuente: elaboración propia. Año 2016.

La encuesta realizada a la empresa transferencia de residuos (CTR) muestra lo siguiente: se cuenta con dos camiones, una retroexcavadora, rentan una finca en la aldea Los Limones, la distancia es de 14 km desde el casco urbano, el uso antiguo del terreno era para crianza de ganado, la topografía del terreno es plana, se encargan del lugar seis personas, el tamaño del terreno es de 22 km², los desechos los clasifican por nomenclatura, utilizan un tipo de manejo especial para polímeros, polipropileno, poliestireno. Se atienden aproximadamente a 1 000 usuarios en el casco urbano del municipio, la cantidad estimada de desechos generados por vivienda semanalmente es de 100 libras. El estudio de impacto ambiental se encuentra en proceso, se presta el servicio a una escuela pública, el costo es de Q 25,00 por vivienda, los desechos que no son reutilizables los queman, el tipo de contrato con el que trabajan es verbal, laboran una vez a la semana en viviendas y cada 15 días en áreas públicas.

TRANSFERENCIA DE RESIDUOS (CTR)

Número: 50563340 - 30306299

Dirección: Colonia Bambi 1 Santo Tomás de Castilla

Tabla IX. **Encuesta a empresa transferencia de residuos CTR**

Cuestionamiento	Respuesta
Tipo de transporte para traslado de los desechos.	2 camiones
Maquinaria para manejo de desechos sólidos.	1 retroexcavadora
Tipo de propiedad para disposición final.	Renta 1 finca en Km 282 aldea Limones
Distancia de la propiedad del casco urbano.	14 km
Antiguo uso del terreno de disposición final.	Ganado
Topografía del terreno.	Plano
Cuántas personas se encargan del cuidado del lugar.	6
Tamaño del terreno.	22km2

Continuación de la tabla IX.

Cómo clasifican los desechos en el área de disposición.	Por nomenclatura
Qué tipo de manejo utilizan para cada desecho.	Manejo especial para polímeros, manejo para polipropileno, manejo poliestireno y biodigestores para desechos orgánicos.
Cuántos usuarios se atienden en el casco urbano.	1 000 aproximadamente
Cantidad aproximada de desechos por vivienda.	100 lbs. semanal
Cantidad aproximada por área pública.	Sin dato exacto
Cuenta el sitio con estudio de impacto ambiental.	En proceso
Prestan el servicio a centros educativos.	Escuela 15 de abril Sto. Tomás de Castilla
Cuánto cobran al mes por su servicio	Q25,00 por vivienda
Qué hacen con los desechos que no son reutilizables.	Los mandan a piteros y ellos los queman. Cuentan con servicio de reciclaje y manejo especial para diferentes tipos de residuos.
Tipo de contrato.	Verbal
Días laborales.	1 vez a la semana en viviendas, y cada 15 días en área pública

Fuente: elaboración propia. Año 2016.

La encuesta realizada a la empresa Comercial Higiénico Portuario (COHIPO) refleja que: la forma de contrato es verbal, se labora de lunes a viernes, no cuentan con terreno privado, atienden a 80 personas fijas, solo atienden el área urbana y cobran Q 35,00 por el servicio de recolección.

Comercial higiénico portuario “COHIPO”

Te. 7948-2904

4ta. Calle 5ª. Avenida puerto Barrios

Tabla X. **Encuesta empresa COHIPO**

Cuestionamiento	Respuesta
Forma de contrato por su servicio.	Verbal, no existe contrato formal con el cliente
Días laborales	Lunes a viernes en diferente sector cada día
Cuenta con terreno propio para disposición final.	No depositan en el vertedero municipal de piteros
Cantidad de usuarios que atienden.	80 fijos aproximadamente no pueden tener un dato exacto, debido a que las personas solo pagan el servicio un mes y después lo ignoran o desisten del servicio.
Prestan servicio en área rural o solo urbana.	Solo urbana, en áreas rurales queman la basura.
Precio por su servicio.	Q. 35,00 al mes

Fuente: elaboración propia. Año 2016.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Evaluación de la cultura en la población sobre el manejo de desechos sólidos y saneamiento ambiental

En la figura 3, se observa que más del 61 % de la población en el casco urbano del municipio paga un servicio de recolección privado, lo que refleja una deficiente cultura en la disposición final, así como conciencia ambiental. Es necesario que la recolección se haga en un 100 % hacia el mismo punto de disposición final de los desechos y residuos para un tratamiento correcto.

Se hace necesario contar con datos que establezcan las viviendas que cuentan con sistema de alcantarillado sanitario, se observa en la figura 11. Que un porcentaje considerable cuenta con el servicio lo preocupante es el porcentaje que no cuenta con el mismo dada las enfermedades que esto conlleva.

De las personas que cuentan con el sistema de alcantarillado sanitario existe un porcentaje que no se encuentra satisfecho, puede ser la existencia de los mismos de forma combinada sanitaria y pluvial como se muestra en figura 12.

La figura 13 muestra un porcentaje aceptable proporciona tratamiento a sus aguas residuales, a través de fosa séptica, indicador importante para el saneamiento del municipio.

Es preocupante la disposición final de las aguas residuales donde no existe sistema de alcantarillado sanitario, dado que la realizan a flor de tierra, es decir, por escorrentía superficial como se percibe en la figura 14.

El tipo de alcantarillado sanitario es mixto, debido a la topografía del terreno y las administraciones que han construido este tipo ineficiente de alcantarillado en gran manera son de canal trapezoidal como se tiene en la figura 15.

4.2. Actual proceso de recolección y disposición de desechos sólidos

En las figuras 4 y 5, la población paga desde Q 10,00 a Q 50,00 por el servicio de recolección, se puede aprovechar este recurso económico para el pago de maquinaria y operarios, la mayoría realiza un pago mensual de Q 35,00. Deberá realizarse una tarifa diferenciada para las viviendas que ya cancelan este servicio y para las nuevas será de Q 35,00. Dado que la mayoría están dispuestos a pagar lo que ya cancelan actualmente, ni más ni menos.

En la tabla I, se observan los datos de la producción promedio en los tres municipios es más alta en el municipio de Morales. Puerto Barrios cuenta con el valor más bajo lo que hace manejable la problemática de la disposición final.

La figura 6 refleja que los residuos orgánicos representan el 50 % del total de los residuos producidos en los tres municipios del estudio, lo que significa que el volumen que todos los días se acumula en los respectivos botaderos municipales sin aportar ningún provecho y produciendo si olores y gases insanos, se reduciría a la mitad y se convertiría en un corto período de tiempo en una fuente de fertilizante orgánico para el suelo de primera calidad y de un valor económico importante.

Los residuos no orgánicos, pero que tienen aún valor de reciclaje como el cartón, el papel, las latas de aluminio, los envases de PET y los envases de vidrio, representan un 15 % en peso y representan de por sí un ingreso para muchos recolectores y una importante fuente de materia prima para la industria.

Los desechos propiamente dichos, es decir, todos aquellos residuos que han perdido por su estado de conservación o por la calidad del material con el que fueron fabricados, una parte importante de su valor y que representan el 36 % del total, muestran en la figura 6 que si se hiciera una separación en casa y se acopiara y comercializarán los reciclables, reduciría el tamaño de los botaderos municipales en un 60 % y los harían en consecuencia más manejables.

Para convertir las producciones promedio de la tabla II, en producción total, se hace necesario contar con los datos de población. En la tabla III, se muestra el último censo general del país, que se realizó en el 2002 y para la fecha actual, los datos de población ya están considerablemente desactualizados. Por ello, se tomará los datos de población proyectada a 2016, que usó la SEGEPLAN (2016) para construir los planes de desarrollo municipales de cada municipio.

Con datos de la tabla IV y II de producción por tipo de comunidad, se pueden calcular los totales producidos por cada municipio y por cada tipo de comunidad. El total esperado de producción combinada anual de residuos y desechos sólidos de los tres municipios estudiados es de 51 000 toneladas métricas.

4.3. Análisis del manejo de desechos sólidos en área urbana

En la figura 7, se tiene la producción total promedio de los tres municipios estudiados es de 1,29 lbs., por habitante por día y que los valores promedio van desde un mínimo de 0,97 lb / hab / día en Puerto Barrios y un máximo de 1,66 lb / hab / día en Morales. Estos datos parecieran no reflejar la realidad, toda vez que Puerto Barrios es una zona densamente poblada y con un patrón muy alto de consumo.

En la tabla II, se observa la producción de residuos y desechos sólidos ordenadas por tipo de comunidad, es decir: rurales, semi urbanas y rurales, mantiene un patrón más consistente. Las áreas urbanas muestran un valor promedio de 1,72 lb / hab / día.

4.4. Análisis del manejo de desechos sólidos en el área rural

En la tabla II, se observa la producción de residuos y desechos sólidos ordenadas por tipo de comunidad, es decir, rurales, semiurbanas y rurales, mantiene un patrón más consistente. Igualmente mantiene el promedio global consolidado de los tres municipios de 1,29 lb / hab / día del total, pero se escalona empezando en el área rural con un mínimo de 0,98 lb / hab / día.

También se observa que la producción de residuos y desechos sólidos domiciliarios en el área rural es de 30 600 toneladas métricas, lo que representa el 60 % del total. Este es el volumen que no llega a un botadero municipal, de acuerdo con las prácticas de la población rural y a la falta del servicio de tren de aseo municipal, la población quema, entierra o tira en los muchos basureros clandestinos que proliferan en la zona.

En la tabla V, se observan los desechos sintéticos en la desembocadura del río Motagua, que representan un porcentaje bajo de peso, esto lo hace más fácil el transporte hacia un lugar controlado, el porcentaje de arena y piedra pómez puede conservarse en la región, porque no representa peligro para la población y el medio ambiente.

La figura 8 muestra la composición de los desechos sólidos que presenta en su mayoría el PET, pero dadas las condiciones a las que se expone por altas temperaturas con el sol y la salinidad del mar, lamentablemente no representan

valor económico, pues no son reciclables, por lo que deben trasladarse a una ubicación donde se proporcione el mejor tratamiento, como podría ser un relleno sanitario controlado.

Al igual que en la desembocadura del río Motagua, en la comunidad San Francisco del Mar, un alto porcentaje es de piedra pómez y residuos de madera, que no son dañinos al medio ambiente, por lo que no habría problema en conservar esos materiales en las orillas de la playa, como se observa en la figura 9.

La caracterización en el área de la comunidad de cabo tres puntas refleja en la tabla VI, que el porcentaje de residuos orgánicos es superior a los residuos inorgánicos. Esto es manejable hasta cierto punto.

4.5. Indicadores para evaluación de la problemática

La ecuación 1 representa una visión más amigable, de tal cantidad de producción anual convertida en litros por habitante, el cual da una producción de 2,90 lt/hab/día.

Combinando este dato con el gran promedio de producción, pero expresado en peso, es decir 1,29 lb/hab/día, que equivale a 0,58 kg/hab/día, con el que se obtiene un peso específico (Pe) de los residuos y desechos sólidos de los tres municipios combinados de:

$$Pe = 0,58 \text{ kg} / 2,90 \text{ lt} = 0,20 \text{ kg/lt que equivale a } 0,20 \text{ ton / m}^3.$$

Las 51 000 toneladas métricas divididas dentro del peso específico de 0,20 ton/m³ da como resultado un total de 255 000 metros cúbicos de residuos y desechos sólidos producidos por año. Si asume que ese volumen se disgrega uniformemente en un área de 1,00 m de espesor, se tendrá entonces un área cubierta de 255 000 m² que equivale a 25,50 hectáreas. Esto equivale a un área de 5 cuadras en dirección norte y 5 cuadras en dirección este, siguiendo el trazo de una población.

De otra forma, se puede asumir que ese volumen se moverá a un botadero con un camión de 10 m³ de capacidad; para ello sería necesario hacer un total de 70 viajes diarios, los 365 días del año.

5. PROPUESTA

PLAN DE ACCIÓN:

5.1. Educación ambiental

Objetivo específico: Promover la educación en gestión integral de residuos sólidos a todos los actores involucrados en los diferentes barrios y colonias del municipio de Puerto Barrios, estableciéndose el horizonte en toda el área urbana del municipio de Puerto Barrios.

Tabla XI. Plan de acción para educación ambiental

Actividad	Sub actividades	Responsable	Recursos	Fecha	Observaciones	Indicador
Diseño del programa de capacitación permanente sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos en el municipio.	Diseño de presentaciones para diferentes públicos meta: comunidad, funcionarios, educación formal (estudiantes), comerciantes, formadores	Coordinador desarrollo social y dirección municipal de la mujer	Q10,000	Mayo AÑO 1	Aspectos introductorios al Plan municipal	Programa de capacitación elaborado
					Importancia de cumplir con horarios de recolección para comunidades y funcionarios municipales	
	Gestión de los recursos necesarios para cada tipo de capacitación (económicos, humanos, materiales, equipos, transporte)				Importancia de no crear botaderos clandestinos y erradicación de los existentes, tanto para el municipio como para el comercio	

Continuación de la tabla XI.

Implementación del programa de capacitación permanente	Capacitación a grupos específicos para que contribuyan como formadores	Coordinador desarrollo social y dirección municipal de la mujer	Q20,000	Junio AÑO 1	Separación y reciclaje	Número de actores involucrados Capacitados / total de actores involucrados
				Agosto AÑO 1		
	Charlas y talleres a los Cocodes sobre separación de los desechos en orgánicos e inorgánicos		Q20,000	Diciembre AÑO 1	Incluir en la capacitación lo que se debe tener para separar en las casas	
	Información a los comerciantes del casco urbano y resto del comercio en el casco urbano		Q5,000	Junio AÑO 1		
	Capacitación a los funcionarios municipales agrupados por grupos de afinidad: inspectores, jefes de departamento. trabajadores de recolección de residuos.		Q5,000	Mayo AÑO 1	Separación de desechos DESDE CASA, su potencialidad y su impacto en el ambiente y en la salud	

Fuente: elaboración propia. Año 2016.

PLAN DE ACCIÓN:

5.2. Capacitación a funcionarios en legislación

Objetivo específico: aportar conocimiento sobre los diferentes tópicos relacionados al tema de los desechos sólidos, a los funcionarios municipales que realizan labores asociadas al manejo de los mismos.

Tabla XII. Plan de acción para funcionarios

Actividad	Subactividad	Responsable	Recursos	Fecha de cumplimiento	Observaciones	Indicadores
Elaboración de un programa de capacitación a funcionarios municipales sobre la realidad nacional de los residuos sólidos en el país, la legislación que rige el manejo de los mismos y los entes competentes que deben velar por el cumplimiento de esta normativa.	Elaboración de la investigación sobre la realidad nacional de los residuos sólidos, para actualización de datos.	UGAM y asesoría jurídica		Febrero año 1		Documento de respaldo
	Preparación del material necesario para la capacitación.			Marzo año 1	Adecuar el material al público meta	Documento de respaldo
	Definición de los grupos a capacitar, cantidad de participantes, cantidad de charlas por grupo.			Marzo año 1		
	Elaboración del cronograma de capacitación, en coordinación con los responsables de cada área y con la oficina de recursos humanos.			Marzo año 1		

Continuación de la tabla XII.

Implementación del programa de capacitación para funcionarios municipales	Capacitación a los funcionarios municipales de acuerdo al cronograma elaborado	Q 100,000	Mayo año 1		Avance del cumplimiento del cronograma
Incorporación de variables ambientales sobre la gestión de desechos en los formularios de notificación de la municipalidad	Elaboración de propuesta de modificación		Junio año 1		Propuesta elaborada
	Coordinación con las áreas municipales respectivas		Junio año 1		Minutas con los acuerdos
Creación de un manual de consulta sobre las normativas del manejo de los desechos sólidos en el municipio de Puerto Barrios, que facilite la aplicación y vigilancia de las mismas; con el propósito de reducir el impacto ambiental generado por lo residuos sólidos y promover la participación ciudadana en el cumplimiento de las mismas.	Realización de la investigación sobre la legislación que se aplica al manejo de residuos sólidos.		Febrero año 2		Manual elaborado
	Elaboración del manual de consulta sobre las normativas del manejo de los desechos sólidos en el municipio de Puerto Barrios, que facilite la aplicación y vigilancia de las mismas;		Marzo año 2		
	Definición de las estrategias de difusión del manual de consulta, sobre la normativa que rige el manejo de los desechos sólidos en los municipios, para su aplicación y vigilancia de las mismas."				
			Marzo año 2		

Fuente: elaboración propia. Año 2016.

PLAN DE ACCIÓN:

5.3. Mejorar servicios públicos

Objetivo específico: Mejorar la gestión de los servicios públicos

Tabla XIII. Plan de acción para mejorar servicios públicos

Actividad	Subactividades	responsable	Recursos	Fecha	Observaciones	Indicadores
Diseño e implementación de un plan de acción de mantenimiento preventivo y correctivo para el equipo y la maquinaria de servicios públicos	Inclusión dentro del plan de un cronograma de modernización de la flotilla de vehículos recolectores	Jefe de transporte *(creacion necesaria)	Q1 500 000	Enero año 2		Plan diseñado
	Establecimiento de una lista de tareas preventivas para el adecuado funcionamiento de la maquinaria		Q 150 000			
Recolección de desechos sólidos de forma separada	Diseño de nuevas rutas de recolección de desechos sólidos separados	Jefe de transporte *(creacion necesaria)	Q 25 000	Abril año 2		Informes de sectores que se recolectan los desechos de forma separada
	Gestión de los recursos necesarios para implementar las nuevas rutas		Q 50 000			
	Implementación de las nuevas rutas diseñadas				Entrelazar con los planes de acción asociados.	

Continuación de la tabla XIII.

Realización de los estudios necesarios para ampliar la cobertura de los servicios públicos y mejora en frecuencia de estos	Diagnóstico de los lugares no servidos	Director de mantenimiento y director de planificación	Q 50 000	8-Apr		% ampliación de cobertura de servicios públicos
	Diseño de ampliación de servicios		Q 50 000			
	Gestión los recursos necesarios para implementar las ampliaciones					
Mejora de la salud ocupacional del	Revisión y actualización del plan de salud ocupacional actual	Clínica municipal	Q5,000,000	9-Dec		Informes de ejecución del plan
	Gestión de los recursos necesarios para su aprobación e implementación			8-Jun		
	Envío de aprobación y publicación del plan con sus mejoras			9-Dec		
Crear tarifas diferenciadas	Establecer una tarifa para viviendas y para comercios	Director de planificación y kardex				Tarifa diferenciada y justa

Fuente: elaboración propia. Año 2016.

PLAN DE ACCIÓN:

5.4. Mejorar la gestión financiera municipal relacionada al manejo de desechos sólidos

Objetivo específico: Mejorar la gestión financiera municipal relacionada con la Gestión de Desechos Sólidos

Tabla XIV. Plan de acción para mejorar la gestión financiera municipal

Actividad	Sub ctividad	Responsable	Recursos	Fecha	Observaciones	Indicadores
Mejora del ingreso presupuestario por concepto de servicios públicos		Kardex y concejo municipal		Diciembre año 2	Modernización tecnológica y capacitación al personal. Incentivos al personal. Reestructuración de los puestos de gestores de cobro. Establecer contabilidad de costos	Informe de ingresos
Actualización periódica (anual) de la base de datos de contribuyentes		Director de mantenimiento, jefe de informática, jefe de IUSI		8-Dec		Informes de registro de contribuyentes
	Búsqueda de la forma de entrelazar información a nivel de diferentes departamentos en la municipalidad			8-Dec		
Actualización periódica de tasas		Coordinador de servicio públicos y gestión financiera		Desde implementación		Informes de tasas actualizadas
Participación en la elaboración y ejecución del presupuesto del proceso de servicios públicos		Coordinador de servicio públicos y gestión financiera		Junio de cada año		Elaboración del PAO-Presupuesto

Fuente: elaboración propia. Año 2016.

PLAN DE ACCIÓN:

5.5. Establecer buenas prácticas en manejo de desechos sólidos

Objetivo específico: establecer y promover buenas prácticas para el manejo de los residuos y desechos sólidos

Tabla XV. Plan de acción para establecer buenas prácticas en manejo de desechos sólidos

Actividad	Subactividades	Responsable	Recursos	Fecha	Observaciones	Indicadores
Elaboración de perfil del proyecto	Investigación sobre la técnica de lombricompostaje.	Unidad de gestión ambiental municipal y dirección municipal de planificación	Q 2 500 000	Enero año 2	Sujeto a modificaciones de acuerdo al avance del proyecto	Documento del perfil
Construcción de infraestructura necesaria	Definición de presupuesto a disposición			Febrero año 2	Aprobado por la comisión de desechos sólidos y por acuerdo del concejo municipal	Acta N°----- Punto.... concejo municipal
	Definición de infraestructura necesaria			Marzo año 2		Lineamientos
	Elaboración de planos constructivos			Abril año 2		Planos elaborados
	Gestión del uso de suelo			Abril año 2 8-Feb		Documento de aprobación
	Obtención de avales municipales			Junio año 2		Documento de aprobación
	Obtención de la licencia ambiental			Junio año 2		Licencia ambiental
	Inicio construcción de planta - GUATECOMPRAS-			Diciembre año 2		Planta instalada
	Inicio de la operación de la planta - fase operativa -			Abril año 3		Planta operando

Continuación de la tabla XV.

Definición de los términos de la administración, operación de la planta y comercialización del producto	Definición de los lineamientos de operación de la planta.			Mayo año 3		Documento del contrato
	Elaboración de una carta de entendimiento de comercialización del abono orgánico.			Mayo año 3		Documento del contrato
Transporte del insumo- materia orgánica- y del producto terminado.	Definición del procedimiento de acarreo del insumo y del ente ecargado del transporte			Mayo año 3		Documento del contrato
	Definición del procedimiento de acarreo del producto terminado y el ente ecargado del transporte			Mayo año 3		Documento del contrato

Fuente: elaboración propia. Año 2016.

5.6. Seguimiento

La técnica propuesta para darle el debido seguimiento al cumplimiento de indicadores sería el de tablero de comando semáforo.

Se propone el siguiente esquema:

Tabla XVI. **Seguimiento al plan**

Objetivo específico	Actividad	Subactividad	Indicadores	Cumplimiento	Semáforo
1					Verde
2					Amarillo
3					rojo

Fuente: elaboración propia. Año 2016.

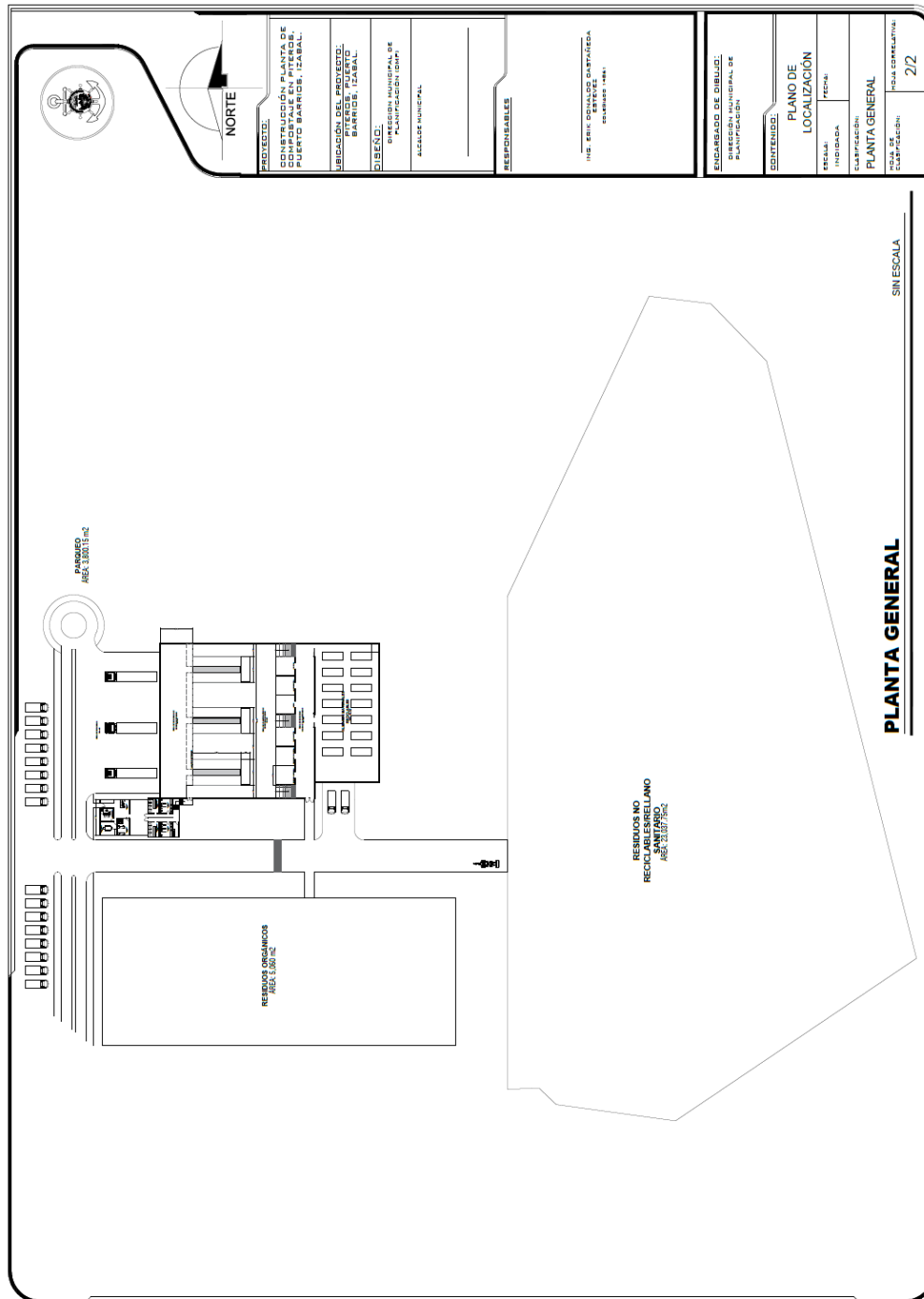
- **Objetivo específico:** aparece en el plan de acción.
- **Actividad:** actividad establecida en el plan de acción
- **Subactividad:** subactividad establecida en el plan de acción
- **Indicadores:** dato que aparece en el plan de acción
- **Cumplimiento:** dato dado en la realidad. Por ejemplo, si el indicador eran 4 camiones y se compraron 2.
- **Color verde:** se cumplió con el indicador, o sea el indicador es igual al cumplimiento. Por ejemplo, el indicador eran 4 camiones y se compraron 4 camiones.
- **Color amarillo:** se cumplió medianamente con el indicador. Por ejemplo, el indicador era 4 camiones y se compraron solamente 2 camiones.
- **Color rojo:** no se ha cumplido nada del indicador. Por ejemplo, el indicador eran 4 camiones y no se compró ninguno.

5.7. **Propuesta de infraestructura para el tratamiento de los residuos y desechos sólidos del municipio**

[illegible]

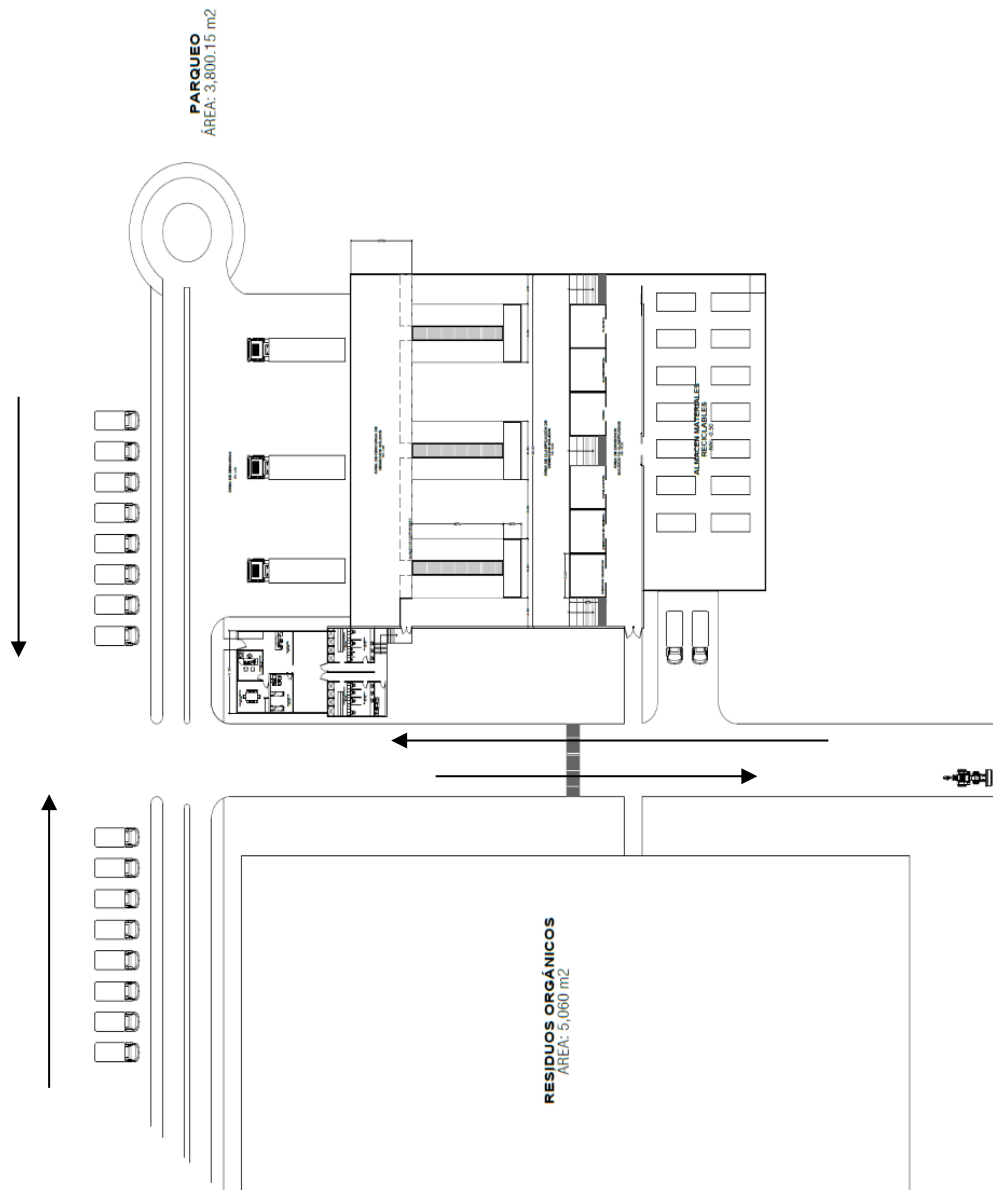
57

Figura 18. **Plano de planta general de compostaje**



Fuente: elaboración propia, empleando Auto Cad 2015. Año 2016.

Figura 19. **Flujograma de la planta de compostaje**



Fuente: elaboración propia, empleando Auto Cad 2015. Año 2016.

CONCLUSIONES

1. La mejor solución para el adecuado manejo y disposición final de los residuos y desechos sólidos en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios, es la creación de una planta de compostaje como la propuesta en el presente documento.
2. El diagnóstico del estado actual del manejo de los desechos y residuos sólidos en el casco urbano de Puerto Barrios, fue fundamental para establecer el plan de acción a desarrollar, identificando los principales efectos ocasionados por el inadecuado manejo de los desechos sólidos.
3. Fue posible establecer las causas que conllevan elementos negativos al entorno social y ambiental, conociendo la caracterización de los residuos y desechos sólidos generados en el municipio.
4. Se establecieron los procedimientos necesarios para una operación eficiente y eficaz en el servicio de recolección y disposición final de los desechos sólidos, por parte de la Municipalidad.

RECOMENDACIONES

1. La experiencia que se obtiene en la elaboración del documento es aprovechable para la mitigación eficaz del problema, se tratará de establecer la consolidación del modelo y la replicación en otros municipios del país.
2. Se hace necesario fijar resultados medibles, la teoría no es suficiente para solventar el problema del manejo inadecuado de residuos y desechos en el casco urbano.
3. Es necesario pasar a la práctica de forma gradual, dado que los cambios no son repentinos y por experiencias en otros municipios se ha demostrado que deben pasar algunos años para lograr los objetivos, iniciando con la separación básica de desechos orgánicos e inorgánicos, observando el comportamiento en la población y continuar con la separación en casa más detallada.
4. El plan que se presenta es sintetizado, con información básica para una aplicación práctica de los pasos a seguir en la solución de la problemática.
5. Se recomienda la creación de una Mancomunidad con los cinco municipios del departamento, para solicitar apoyo internacional y gestionar los fondos que sean capaces de ejecutar las líneas estratégicas del plan.

6. Proporcionar servicios adecuados de recolección, disposición final y separación por parte de la Municipalidad ayudarán a que la población sea parte del plan integral de manejo de desechos sólidos.
7. Es fundamental realizar programas de sensibilización y capacitación en cuanto al manejo de desechos sólidos, con la finalidad de concientizar en los habitantes del municipio los problemas de salud y el daño al medio ambiente que generan un inadecuado manejo y disposición final de los desechos y residuos sólidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ayala, A. (1982). Desarrollo regional: primera aproximación al caso Guanajuato. Universidad de Guanajuato. México.
2. Boada, A. (2004). *Las empresas y el medio ambiente: un enfoque de sostenibilidad*. Universidad Externado de Colombia. Colombia.
3. Cifuentes, J. (2006). *Estudio de prefactibilidad para la implementación municipal de un programa de recolección de residuos sólidos urbanos en Sanarate, El Progreso*. Tesis Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
4. Codereg. (1996). Reunión de integración de los subcomités regionales del COPLADEG. Guanajuato. México.
5. Colomer, F. (2007). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. Universidad politécnica de Valencia. España
6. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente –IARNA-, (2006) Universidad Rafael Landívar –URL- y Asociación Instituto de Incidencia Ambiental –IIA- (2006). *Perfil Ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental*. Guatemala.
7. Instituto Nacional de Estadística -INE- (1994). *Censo de Desechos Sólidos*. Gobierno de Guatemala.

8. Iribarren, A. (2002). *Evaluaci, A. (2002).idos*. Argentina.
9. Landa, H. (1976). Terminología de urbanismo. CIDIV. Centro de investigación, documentación e información sobre la vivienda. INDEC, México.
10. MEPIS/OPSecretarS. México.I análisis de residuos sólidos.o -PNUD-
(20Minimizaci México.I análisis de residuos sólidos.o -Mnimiz
11. Miguel, A. (2004). Ciencia regional. Principios de economo de investigación, documentación
12. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2003) *Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. Acuerdo Gubernativo 23-2003, Reformado por los Acuerdos Gubernativos No. 704- 2003 y No. 704-2003*. Guatemala.
13. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2005) *Acuerdo Gubernativo 111-2005*. Guatemala.
14. Monge, G. (1994). *Guía para el manejo interno de residuos sólidos hospitalarios*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria - CEPIS-. México.

15. Partidario, M. (1996). *Strategic eEnvironmental aAssessment: kKey issues emerging from recent practice. - Evaluación aAmbiental eEstratégica: temas clave de prácticas recientes - . Departamento de Ingeniería de Ciencias y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias y Tecnología. Nueva Universidad de Lisbon, Monte de Caparica. Portugal . 1996.*
16. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- (2000). *Informe sobre el desarrollo humano. EE.UU.*
17. Sakurai, K. (2001). *Método sencillo del análisis de residuos sólidos. CEPIS/OPS. México.*
18. Tchobanoglous, G. (1999). *Desechos Sólidos, principios de ingeniería y administración. GTZ de Alemania. Alemania.*
19. Tchobanoglous, G. Theisen, H. Vigil, S. (1999). *Gesti(1999). 99). 99). 1999). 99). , S. (1999). iEE. UU Estados Unidos.*
20. UDPA, F. (1969). *Uteha; Ingeniería Aplicada a Saneamiento y Salud Pública. México.*

